

□【橋台ジョイントレス構造の設計もこれでスッキリ!】において

Q1) 門型ラーメン構造はレベル2地震動の影響は小さいという結果ですが、全てのケースについて言えるのか、適用条件等あれば教えてください。

回答) 共同研究で実施した橋長 60m、橋台高 15mまでの範囲の単径間の門型ラーメン構造です。インテグラルアバット構造は、橋長 40m、橋台高 10mまでが対象です。また、多径間の橋梁や曲線桁等、条件外の場合は別途動的解析含めた詳細検討が必要となります。

Q2) ずれ止めとしてスタッドを用いられているが、PBLを用いないのはなぜでしょうかまた、土圧に対する設計上の考え方を教えてください。

回答) PBLは支圧やせん断等照査すべき項目が多く煩雑であることや、施工性、道示に規定がある等の理由からスタッドを選定しています。土圧については、従来から行われている考え方を踏襲しており、土圧を1, 1/2, 0としたケースを含めて照査しています。詳細は、今年度発刊予定の設計施工ガイドラインをご参照ください。

Q3) 直接基礎の場合でも、この構造を採用することができるのでしょうか。

回答) インテグラルアバット橋では、単列の柔な基礎構造を採用して背面の土圧を設計上考慮することにより橋台壁に作用する断面力を小さくして橋台壁断面を抑えているため、直接基礎の採用は不可です。門型ラーメン橋は剛な基礎構造としているため、直接基礎の採用は問題ありません。

□【大正時代の RC 床版が、どうして長期使用に耐えられたのか!】において

Q4) RC 床版の長期使用に対して最も寄与した要因は何であったのか？

回答) 劣化に寄与した要因ごとに寿命推定などの定量的な評価が困難ですので、最も寄与した要因を特定することは難しいということと、今回の調査ではそのような検討は行っていませんので、個人的な見解となっていますが、コンクリート舗装を残してアスファルト舗装をオーバーレイしたことが大きく影響していると思います。これによって、舗装が防水層の役割を果たしていたことと、コンクリート舗装によって床板厚が実質的に厚くなっていたことが大きな要因だったのではないかと考えています。

Q5) 九年橋にはなぜ鋼板接着補強が施されたのでしょうか？また、補強鋼板をはがした際の床板下面の劣化はどのような状況(遊離石灰の有無など)だったのでしょうか？

回答) 2主鈹桁は劣化が著しかったため、補強鋼板接着を行っていました。劣化した箇所をその都度補強してきたため、補強履歴がつぎはぎのようになっています。一方、4主鈹桁は予防保全的に補強鋼板接着を行っています。補強鋼板をはがしての床板下面の観察は行っていません。今後、保管している試験体で床板下面の観察を行い、遊離石灰の有無等を確認したいと思います。

Q6) きちんと施工された当時基準の RC 床版は、現在基準でも健全性を保てるのでしょうか？

回答) 復元設計結果にもある通り、鋼板接着補強なしでは、現在基準で健全性を保つことは難しいと考えられます。

Q7) 現在の RC 床版は、表面にポットホールが存在している箇所のアスファルト舗装を剥がしてコンクリート面を確認すると、土砂化しているケースが多いですが、九年橋ではコンクリート舗装の表面に土砂化はなかったのでしょうか？

回答) コンクリート舗装表面に土砂化は存在しましたが、土砂化の発生個所は少なかったです。コンクリート舗装の強度が高かったことも影響していると考えられます。

Q8) 九年橋の構造は合成か非合成のどちらでしょうか？

回答) 九年橋の構造は非合成です。

発表会場での質問・回答 《東北》

□【ハノイ市民が誇る新たなランドマーク、ニャットン橋建設工事報告】において

Q9) 長大斜張橋のような特殊工事の場合、現地で調達できない架設機材がいくつかあるかと思いますが、現地で調達できた架設機材、日本から持ち込んだ架設機材にはどのようなものがあったでしょうか？ 主なものを教えてください。

回答) 当初はクレーン、ジャッキ等すべて日本から持っていきました。しかし、現地でよくよく見てみると、クレーン、高所作業車などベトナムでも調達できるものがあることがわかりました。しかし、油漏れがひどかったりしてコンクリート床版に影響が出るようなものがありました。実際に物を見て状態を確認はしませんが、一応これら調達できるものがあることはわかっています。

□【『熊本地震に対する橋建協一斉点検』報告】において

Q1) 熊本地震では、多くの橋梁が被災されたことは理解できましたが、

- ① 橋梁基部の損傷 ②道路橋示方書適用年別の損傷状況 がまとめられていれば教えて下さい。

回答) ①橋梁基部の損傷について

原則として上部工を中心とした調査であったこと、下部工には近づけない箇所も多かったことから、下部工の損傷については“熊本地震橋梁被害調査報告書（以下報告書）”における P13 の部位別の損傷割合程度しかとりまとめを行っておりません。ただし、大切畑大橋については一部の橋脚ではありますが、橋脚基部の損傷を確認しています。

② 道路橋示方書適用年別の損傷状況について

調査橋梁全てについて道路橋示方書適用年別まで詳細にはまとめておりませんが、損傷した橋梁については報告書の“7.落橋防止システムについて”において、耐震基準別の損傷割合等について記述しています。

報告書の内容を確認して頂ければ幸いです

□【橋台ジョイントレス構造の設計もこれでスッキリ!】において

Q2) 自治体に普及を図りたいとの事ですが、設計はコンサルタント、下部工は一般土木業者、上部工はメタル業者への発注になるかと思えます。下部と上部が一体のため施工業者が異なる事の問題点（出来形や施工管理）や注意点はどのような事が挙げられますか？（施工要領等は整備されているのでしょうか。）

回答) これまでの実績では、下部工業者と上部工業者が異なる場合がそのほとんどを占めます。この場合の注意点としては、以下があります。今後、発刊予定の報告書では、施工指針についてもまとめており、下記以外の注意点も記載していますので、参考にしていただければ幸いです。

①橋台壁の打ち止め高さは、鋼桁下面より 400～800mm 程度の空間を確保できる高さとする。

②下部工鉄筋が露出した状態で上部工に引き継ぐことになるため、鉄筋の防錆処理を実施する必要がある（エポキシ鉄筋など）。

□【大正時代の RC 床版が、どうして長期使用に耐えられたのか!】において

Q3) 大正時代の床版が鋼板接着して、直接目視できなくても点検可能・劣化予測可能とのことであるが、通常の床版でも適用できるか教えてください。(鋼板損傷を見つけてからでは、床版損傷は手遅れでは?)

回答) 直接目視できなくても点検は可能と考えます。接着鋼板のない通常の床版では床版下面のひび割れ密度や漏水・遊離石灰などを確認することになります。なお、劣化予測については本研究では行っていません。

九年橋の場合は、直接床版を見ることはできませんでしたが、アスファルト舗装にひび割れからの泥・石灰分の噴出等や、接着鋼板に漏水、腐食等が認められたため、床版は劣化と推定しました。また、アスファルト舗装にひび割れがなく、接着鋼板に剥離があっても漏水・腐食等の損傷が見られなかったものについては、健全と推定しました。床版の点検というと床版下面を直接見ることに目を奪われがちですが、舗装面から得られる情報も重要となります。アスファルト舗装と接着鋼板の両方の情報から総合的に判断し、原因や損傷メカニズムについて、想像力を働かせて推測することが大切だと考えます。平成 26 年の橋梁点検要領から舗装上面を床版の健全性判定のために確認するようになっています。

ただし、今回の調査では、現場で明らかに健全または劣化と推定された部分について、検討した結果となっています。従いまして、中間的なものの判定や、将来的な劣化予測をしたものではないため、そのあたりは今後の課題となります。

ご指摘のように鋼板接着部での漏水などの損傷を見つけてからでは、床版に貫通ひび割れが疑われるため、その後に対策を行っても将来に渡って供用していくためには、手厚い保護が必要になると思われます。そのため、維持管理時に床版の劣化損傷が小さい段階で、適切な対策を早期に講じることが重要と考えます。

床版の損傷では、水の影響が非常に大きいため、防水層の有無や滞水対策が大切となりますが、これらが十分でない橋梁については注意が必要となります。

Q4) 最終的なまとめとして、「高強度なコンクリートの使用」とありましたが、例えば現状の RC 床版のコンクリートの設計基準強度 $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$ を例えば $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ とすることが単純に長寿命化に寄与すると言えるのでしょうか？(実勢では $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$ と $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ のコンクリートの単価にほとんど違いが無いため、長寿命に寄与するなら最初から $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ にした方が良い?)

回答) コンクリート強度を高強度にする(水セメント比を小さくする)ことは、長寿命

化に寄与すると考えています。

九年橋では、報告しましたとおり、最も低いコンクリートの圧縮強度でも設計値の2倍ありました。耐荷性に着目した場合、設計活荷重が変遷し、実交通の状況など使用環境が変化する中で、将来の使用環境を予測して、強度的にどの程度あれば良いかということ想定するのは難しいですが、結果的にある程度の耐荷性を向上させていたと考えています。耐凍害性に着目した場合、凍害に対する抵抗性を高める効果が期待できる対策として、橋建協ではRC床版のコンクリート強度を従来の24N/mm²から30N/mm²へ上げる（水セメント比を小さくする）ことを推奨しています。

参考文献：

- 1) 江頭ら，配合面から耐久性向上を図った床版コンクリートと主桁のひずみ挙動について，第九回道路橋床版シンポジウム論文報告集，土木学会
- 2) 皆田ら，鋼コンクリート合成床版の凍害に関する実験的研究，第八回道路橋床版シンポジウム論文報告集，土木学会

Q5) P19で、「現地での点検」で「床版の健全性判定に有効」とありますが、・As舗装、鋼板腐食を目視だけで、床版の健全性が判定できるとした理由を、もう少し教えてください。

回答) 九年橋の場合は、直接床版を見ることはできませんでしたが、アスファルト舗装にひび割れからの泥・石灰分の噴出等や、接着鋼板に漏水、腐食等が認められたため、床版は劣化と推定しました。また、アスファルト舗装にひび割れがなく、接着鋼板に剥離があっても漏水・腐食等の損傷が見られなかったものについては、健全と推定しました。床版の点検というと床版下面を直接見ることに目を奪われがちですが、舗装面から得られる情報も重要となります。アスファルト舗装と接着鋼板の両方の情報から総合的に判断し、原因や損傷メカニズムについて、想像力を働かせて推測することが大切だと考えます。平成26年の橋梁点検要領から舗装上面を床版の健全性判定のために確認するようになっています。

ただし、今回の調査では、現場で明らかに健全または劣化と推定された部分について、検討した結果となっています。従いまして、中間的なものの判定や、将来的な劣化の予測をしたものではないため、そのあたりは今後の課題となります。

アスファルト舗装での泥の噴出や、鋼板接着部での漏水などの損傷を見つけてからでは、床版に貫通ひび割れが疑われるため、その後に対策を行っても将来に渡って供用していくためには、手厚い保護が必要になると思われます。そのため、維持管理時に床版の劣化損傷が小さい段階で、適切な対策を早期に講じることが重要と考えます。